

О.Я.Савченко

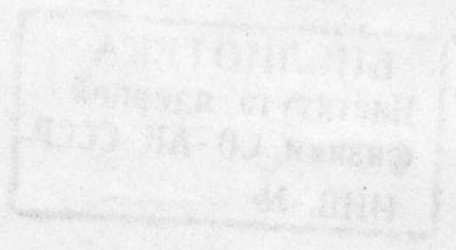
**Вторичная электронная эмиссия,
вызываемая нейтральными атомами
и разнозарядными ионами водорода**

г.Новосибирск 1967

Справка

А н н о т а ц и я

Сравнивалась вторичная электронная эмиссия с поверхности термически необработанных металлов (*Al*, *Cu*, *Mo*, *Ta*, сплав Д16) под действием H^0 , H^+ , H^- . Установлено, что величины $\gamma(H^0)$ и $\gamma(H^+)$ с точностью до ошибок эксперимента ($\pm 10\%$) совпадают, $\gamma(H^-)$ в диапазоне энергий 1-4 кв на единицу больше $\gamma(H^0)$ и $\gamma(H^+)$.



Новосибирск
1967



Измерение потока частиц H^0 по вторичной электронной эмиссии /I/ выгодно отличается от теплового детектирования своей безинерционностью. Однако коэффициент вторичной эмиссии очень сильно зависит от состояния поверхности, эмитирующей электроны. Поэтому при таких измерениях необходимо периодически измерять $\mathcal{I}(H^0)$ эмиттера. Если бы $\mathcal{I}(H^0) \approx \mathcal{I}(H^+)$ определение $\mathcal{I}(H^0)$ сводилось бы в простой операции измерения $\mathcal{I}(H^+)$. Тщательно выполненные эксперименты, описанные в /2,3/, дают, что с точностью до 10% в диапазоне энергий $2 \div 20$ кв величина $\mathcal{I}(H^0)$ для никеля и меднобериллиевого сплава совпадает с $\mathcal{I}(H^+)$, однако в работе /I/ было найдено, что для большинства металлов $\mathcal{I}(H^0)$ в $2 \div 3$ раза меньше $\mathcal{I}(H^+)$. В перечисленных работах абсолютное значение потока H^0 определялось тепловым методом. В предлагаемой работе, используя нетепловой метод измерения потока H^0 получены результаты, совпадающие с результатами работ /2,3/ - значения величин $\mathcal{I}(H^0)$ и $\mathcal{I}(H^+)$ с термически необработанных поверхностей Al, Cu, Mo, Ta , сплава Д16 с точностью до ошибок эксперимента совпадают (рис. I-5). Было также найдено, что $\mathcal{I}(H^-)$ для всех исследуемых материалов в диапазоне энергий I-4 кв на единицу больше $\mathcal{I}(H^0)$ и $\mathcal{I}(H^+)$ (рис. I-5). Для Al и Д16 эта разница сохраняется в диапазоне энергий I \div II кв (рис. 4,5).

Схема системы, в которой проводились измерения, изображена на рис. 6. Дуговой источник (1), находящийся под напряжением I \div II кв выбрасывает водородную плазму на сетку (2). Сформированный в промежутке между сетками (2) и (3) (сетка (3) заземлена) протонный пучок проходит через заземленную перезарядную трубку (4),

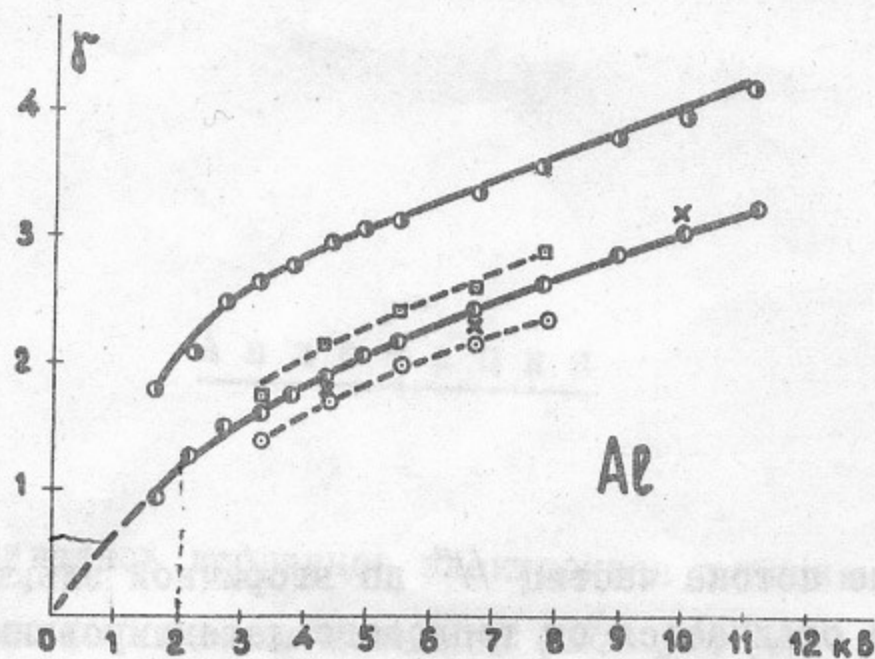


Рис. 1

На рис. 1-5 введены следующие обозначения:

- , ● - соответственно $\gamma(H^+)$, $\gamma(H^-)$
- ⊙, ×, □ - значение величин $\gamma(H^0)$, найденные с использованием оценок 1, 2, 3.

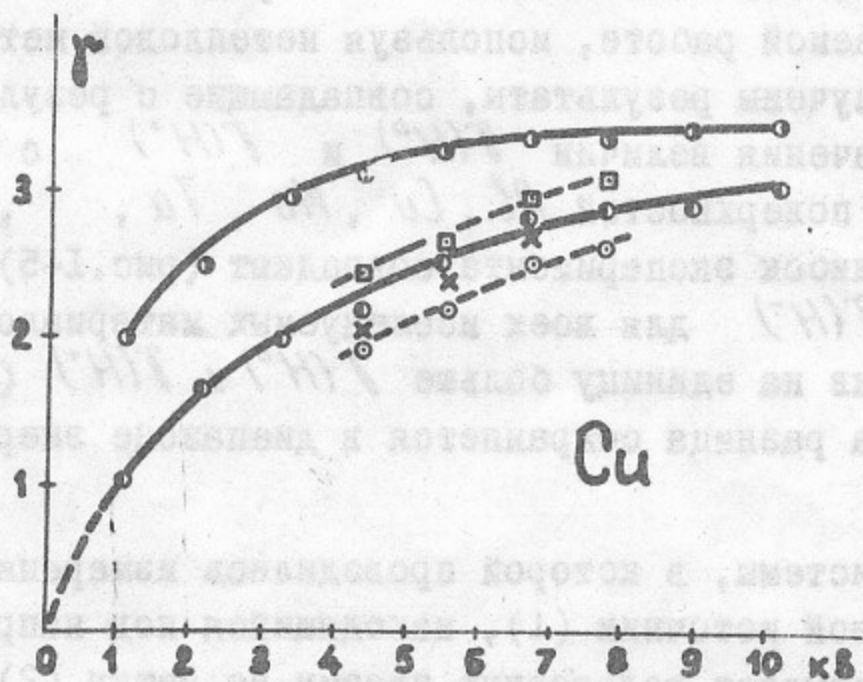


Рис. 2

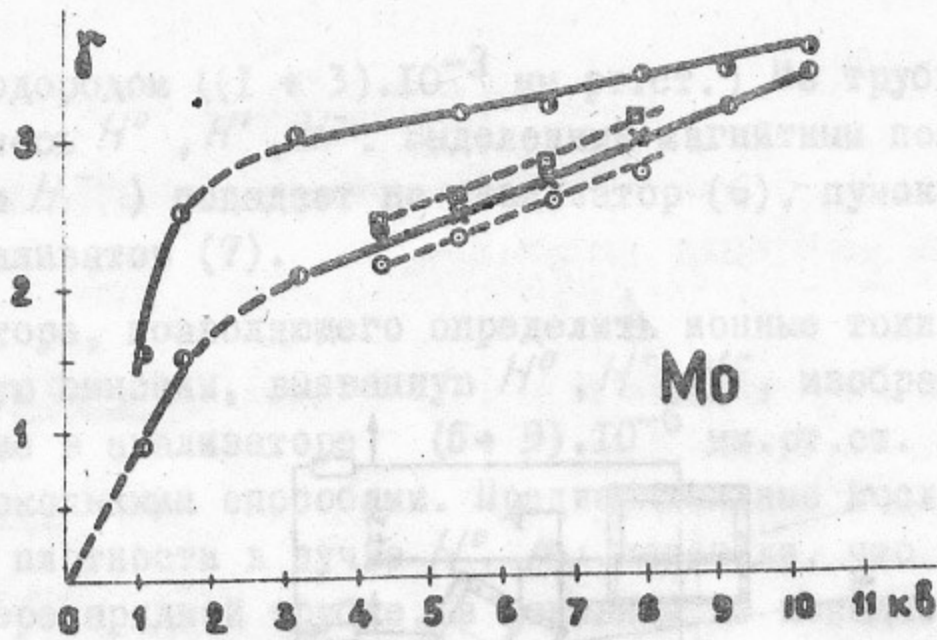


Рис. 3

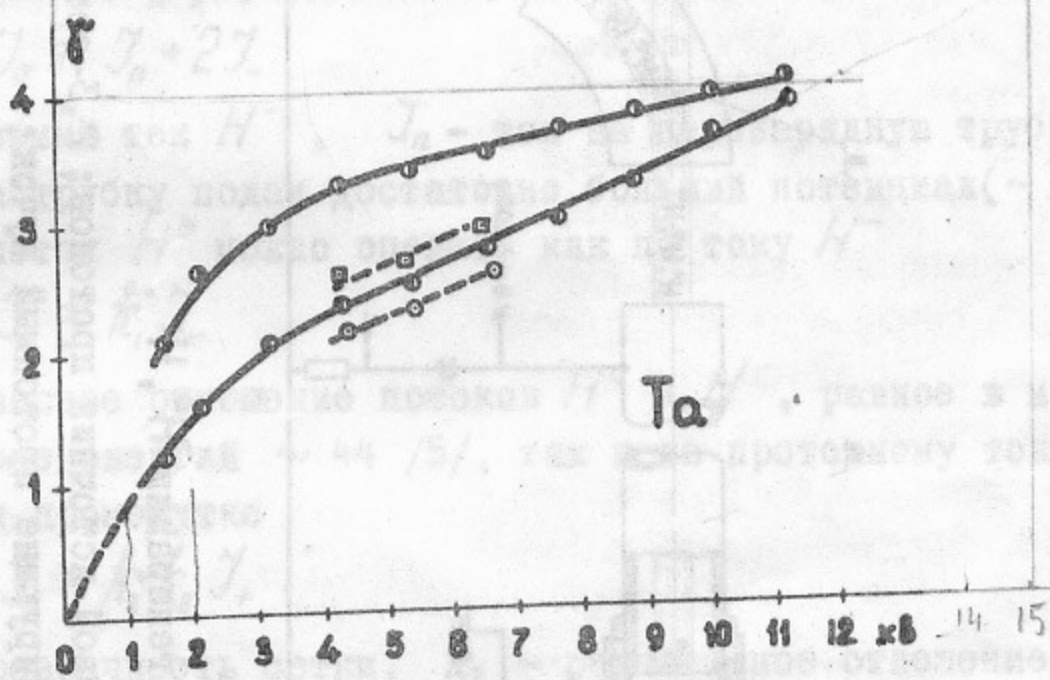


Рис. 4

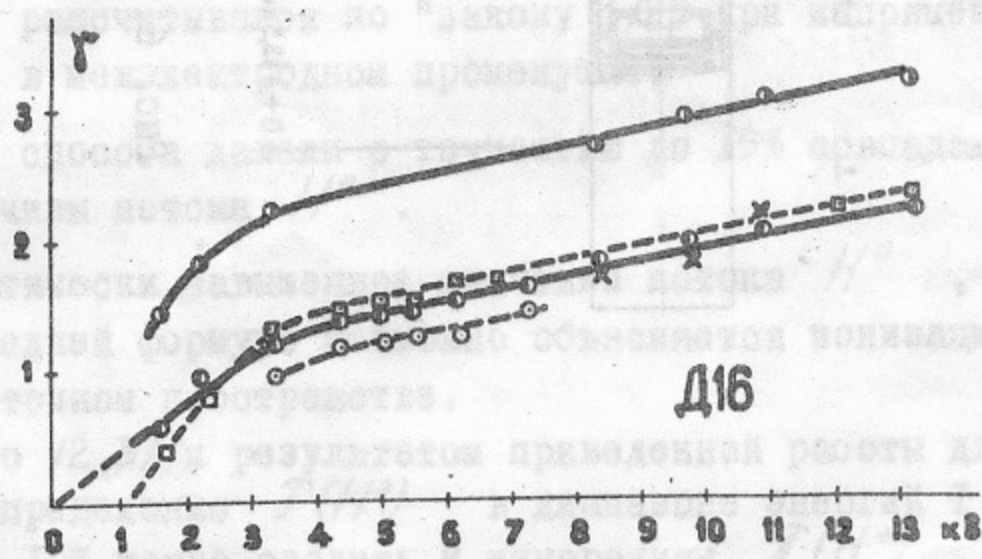


Рис. 5

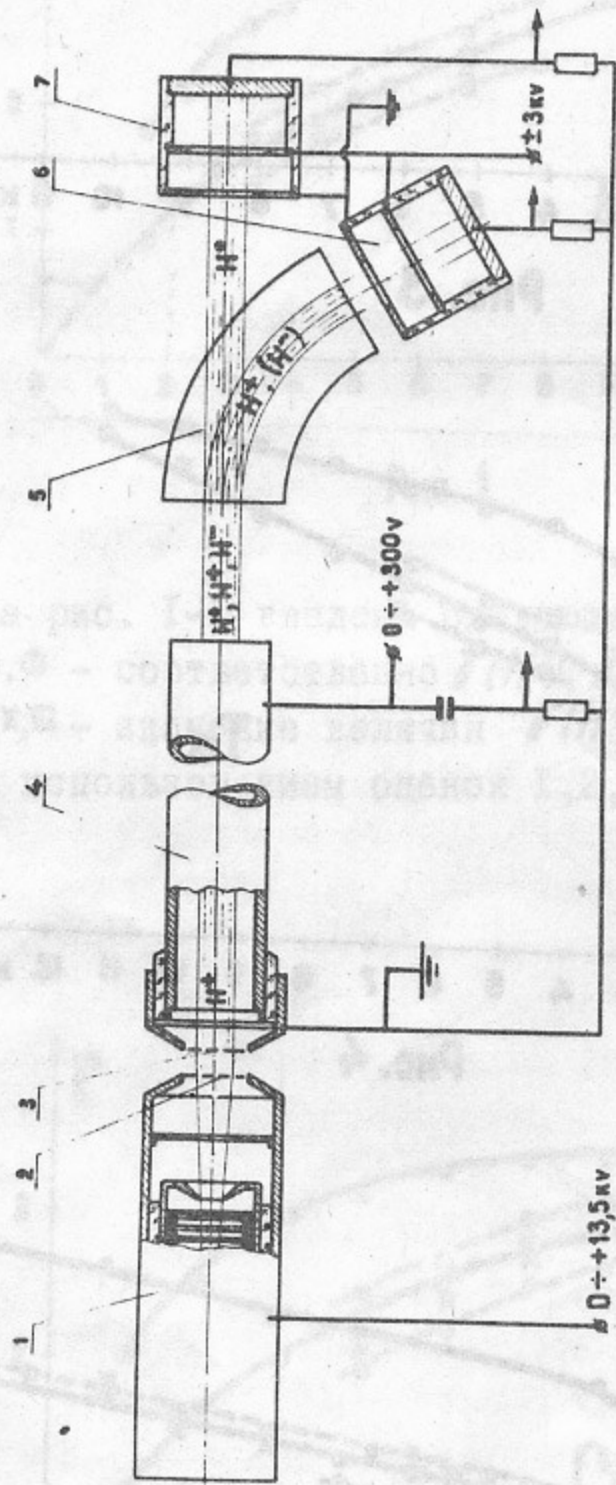


Рис. 6. Схема генерации H^+ , H^- ,

1-дуговой источник протонов; 2, 3-сетки,
 формирующие протонный пучок;
 4-перезарядная трубка; 5-магнит;
 6, 7-анализаторы.

заполненную водородом $((I + 3) \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст.) Из трубки выходит равновесная смесь H^0 , H^+ , H^- . Выделенный магнитным полем (5) пучок H^+ (или H^-) попадает на анализатор (6), пучок H^0 попадает в анализатор (7).

Схема анализатора, позволяющего определить ионные токи и вторичную электронную эмиссию, вызванную H^0 , H^+ , H^- , изображена на рис. 7. Давление в анализаторе $(6 + 9) \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. Поток оценивался несколькими способами. Предварительные исследования распределения плотности в пучке H^0 /4/ показали, что пучок, возникший в перезарядной трубке, в основном не попадает на стенки трубки. Поэтому поток H^0 (в пересчете на протонный ток) можно грубо оценить по формуле:

$$J_0 \approx J_n + 2J_- \quad (1)$$

J_- - измеряемый ток H^- , J_n - ток на перезарядную трубку, в случае если на трубку подан достаточно большой потенциал (~ 300 в). Кроме этого, поток H^0 можно оценить как по току H^-

$$J_0 \approx k_1 J_- \quad (2)$$

k_1 - равновесное отношение потоков H^0 и H^- , равное в измеряемом диапазоне энергий ~ 44 /5/, так и по протонному току в межэлектродном промежутке

$$J_0 \approx k_2 k_3 J_+ \quad (3)$$

k_2 - прозрачность сетки, k_3 - равновесное отношение потока H^0 на выходе из перезарядной мишени, к току H^+ (J_+) на входе в перезарядную мишень ($k_3 \approx 0,88$ /5/).

Ток J_+ рассчитывался по "закону $3/2$ " при напряжении появления плазмы в межэлектродном промежутке.

Все три способа давали с точностью до 15% совпадающие значения для величины потока H^0 .

Систематически завышенное значение потока H^0 , полученное по последней формуле возможно объясняется ионизацией водорода в межсеточном пространстве.

Согласно /2,3/ и результатом приведенной работы для многих металлов определение $J(H^0)$ в диапазоне энергий I ÷ II кв с точностью до 10% можно сводить к измерениям $J(H^+)$. В диапазоне энергий I-4 кв такое определение $J(H^0)$ может дублироваться измерениями $J(H^-)$, так как в этом случае $J(H^0) \approx J(H^-) - 1$.

Д о п о л н е н и е

Использование процесса перезарядки H^0 в H^+ для измерения потока H^0 .

На установке, описанной в основном тексте, можно было бы измерить поток H^0 , используя процесс перезарядки H^0 в H^+ , пропуская поток H^0 через достаточно плотную полностью ионизированную плазму. Абсолютное измерительное устройство, использующее этот эффект для определения потока H^0 , должно состоять из измерителя тока, изображенного на рис. 7 и приставки, в которой генерируются полностью ионизированная плазма. Измеряемый ток в такой системе равнялся бы потоку входящих H^0 . Следует заметить, что процесс перезарядки можно использовать не только для измерения H^0 , но и для получения очень мощного сфокусированного пучка протонов. Для этой цели несколько пучков H^0 нужно направить в одно место (фокус) и непосредственно перед фокусом пропустить через полностью ионизированную плазму. Так как в настоящее время малогабаритный источник H^0 может давать до $1 \text{ а } H^0$ /4/, используя несколько десятков таких источников можно получить несколько десятков ампер протонного тока.

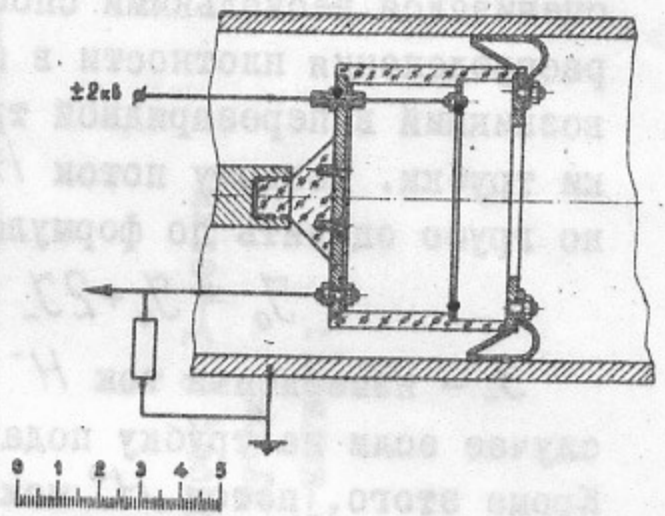


Рис. 7. Измеритель тока и (на центральном электроде — 2 кв.) и вторичной электронной эмиссии, вызываемой (на центральном электроде + 2 кв.)

Л и т е р а т у р а

1. K. Mozita, H. Akimune, T. Suita, J. J. Appl. Phys. 5, 6, 511, 1966.
2. P. M. Stier, C. F. Bagnat, G. E. Evans, Phys. Rev. 96, 973, 1954.
3. E. S. Chambers, Phys. Rev. 133, 4A, 1204, 1964.
4. Г. И. Димов, О. Я. Савченко. Препринт ИЯФ СО АН СССР 100, 1967.
5. Samuel K. Allison, Revs. Mod. Phys. 30, 1137, 1958.

Отпечатано в типографии ИЯФ СО АН СССР
в Ленинграде, в 1967 году, в количестве 100 экз.
Подписано в печать 1 марта 1967 года, номер 102
Э. В. Букин

И т е р ж е н и е

Использование процесса переноса H^0 и H^+ для измерения потока H^0

1. K. Morita, H. Nakamura, T. Saito, J. J. Sakurai, Phys. Rev. Lett. 18, 115, 1967.

2. R. M. Stueber, J. V. Bennett, R. E. Evans, Phys. Rev. Lett. 18, 115, 1967.

Основной задачей работы является измерение потока H^0 с помощью процесса переноса H^0 и H^+ . В работе описаны экспериментальная установка и результаты измерений. Показано, что процесс переноса H^0 и H^+ является эффективным способом измерения потока H^0 . Результаты измерений согласуются с теоретическими предсказаниями.

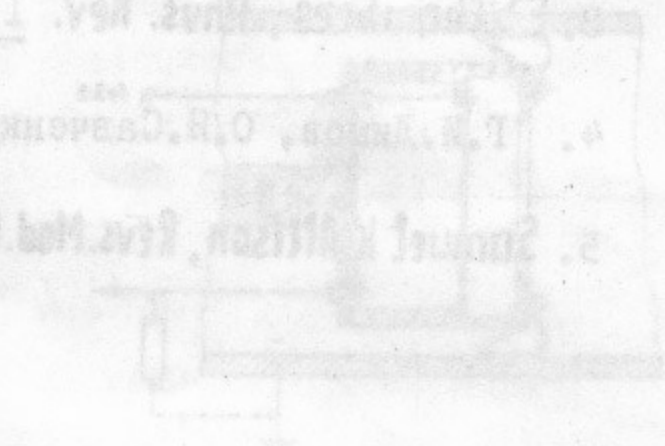


Рис. 1. Установка для измерения потока H^0 с помощью процесса переноса H^0 и H^+ . (на центральном электроде + 2 кВ.) и вращающемся электроде (на центральном электроде + 2 кВ.)

Ответственный за выпуск Е.В.Шуныко
Подписано к печати 1 марта 1967 года, заказ 102,
усл.0,2 п.л., тираж 200 экз., бесплатно.
Отпечатано на ротапинтере в ИЯФ СО АН СССР.